

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
29 janvier 2004 (29.01.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/010494 A2(51) Classification internationale des brevets⁷ :
H01L 21/762(74) Mandataire : GUERRE, Fabien; c/o BREVATOME, 3,
rue du Docteur Lancereaux, F-75008 PARIS (FR).(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2003/002225

(22) Date de dépôt international : 15 juillet 2003 (15.07.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02 09 118 18 juillet 2002 (18.07.2002) FR(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE,
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet
eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).(71) Déposants (pour tous les États désignés sauf US) : COM-
MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR];
31/33, rue de la Fédération, F-75752 PARIS 15ème (FR).
SOITEC [FR/FR]; Parc Technologique des Fontaines
Bernin, F-38926 CROLLES CEDEX (FR).

(72) Inventeurs : et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : DI CIOC-
CIO, Léa [FR/FR]; 418 chemin de Labis, F-38330 SAINT
ISMIER (FR). LETERTRE, Fabrice [FR/FR]; 33 quai
Jongkind, F-38000 GRENOBLE (FR). HUGONNARD-
BRUYERE, Elsa [FR/FR]; Chemin du Vallon, F-13710
FUYEAU (FR).

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapportEn ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrévia-
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de
la Gazette du PCT.

(54) Title: METHOD FOR TRANSFERRING AN ELECTRICALLY ACTIVE THIN LAYER

(54) Titre : PROCEDE DE TRANSFERT D'UNE COUCHE MINCE ELECTRIQUEMENT ACTIVE.

(57) Abstract: The invention concerns a method for transferring an electrically active thin layer from an initial substrate onto a target substrate, comprising the following steps: ion implantation through one surface of the initial substrate to produce an embrittled embedded layer at a specific depth relative to the implanted surface of the initial substrate, a thin layer being thereby delimited between the implanted surface and the embedded layer; securing the implanted side of the initial substrate on a surface of the target substrate; separating the thin layer from the rest of the initial substrate at the embedded layer; thinning down the thin layer transferred onto the target substrate. The dose, energy and current of the implantation are selected, during the ion implantation step, such that the defect concentration of the implantation is less than a specific threshold which results in obtaining in the thin layer the desired electrical properties for the thin layer.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de transfert d'une couche mince électriquement active depuis un substrat initial vers un substrat cible, comprenant les étapes suivantes : - implantation ionique au travers d'une face du substrat initial pour créer une couche enterrée fragilisée à une profondeur déterminée par rapport à la face implantée du substrat initial, une couche mince étant ainsi délimitée entre la face implantée et la couche enterrée, - solidarisation de la face implantée du substrat initial sur une face du substrat cible, - séparation de la couche mince d'avec le reste du substrat initial au niveau de la couche enterrée, - amincissement de la couche mince transférée sur le substrat cible. La dose, l'énergie et le courant d'implantation sont choisis, lors de l'étape d'implantation ionique, pour que la concentration en défauts d'implantation soit inférieure à un seuil déterminé conduisant à obtenir dans la couche mince amincie un nombre de défauts accepteurs compatible avec les propriétés électriques désirées pour la couche mince.

WO 2004/010494 A2

PROCEDE DE TRANSFERT D'UNE COUCHE MINCE ELECTRIQUEMENT
ACTIVE

DESCRIPTION

5 DOMAINE TECHNIQUE

L'invention concerne un procédé de transfert d'une couche mince électriquement active depuis un substrat initial vers un substrat cible.

Elle s'applique, en particulier, au
10 transfert d'une couche mince de matériau semi-conducteur et notamment au transfert d'une couche mince de carbure de silicium.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

15 Le document FR-A-2 681 472 (correspondant au brevet américain n°5 374 564) divulgue un procédé de fabrication de films minces de matériau semi-conducteur. Le film mince est d'abord délimité dans un substrat initial par implantation ionique. Une face du
20 substrat est bombardée par des ions (généralement des ions hydrogène) selon une dose et une énergie déterminées pour créer une couche enterrée fragilisée à une profondeur, par rapport à la face bombardée, voisine de la profondeur moyenne de pénétration des
25 ions dans le substrat. La face bombardée du substrat est ensuite solidarisée avec une face d'un substrat de réception ou raidisseur. Un recuit permet alors d'obtenir une séparation du film mince d'avec le reste du substrat initial. On obtient alors un film mince
30 adhérant au raidisseur. Cette technique est maintenant

bien connue et bien maîtrisée. Elle permet l'obtention de substrats SOI de qualité électronique.

Ce procédé a été appliqué après plusieurs adaptations au semi-conducteur carbure de silicium pour
5 obtenir un empilement de couches appelé SiCOI et constitué d'un substrat de silicium recouvert successivement d'une couche d'oxyde de silicium et d'une couche de carbure de silicium. On peut se reporter à ce sujet à l'article "Silicon carbide on
10 insulator formation by the Smart-Cut® process" de L. Di Cioccio et al., Materials Science and Engineering B46 (1997), pages 349 à 356.

Dans le cadre de ces développements réalisés sur le substrat SiCOI, le problème de la
15 résistivité électrique de la couche mince de SiC transférée a été étudié.

Les premières couches de SiC transférées sur du silicium oxydé avaient complètement perdu leur caractère conducteur électrique, induit initialement
20 par un dopage approprié, et étaient devenues complètement isolantes. Il a été mis en évidence que la compensation électrique introduite dans les films transférés et responsable de ce caractère isolant acquis, est liée aux défauts d'implantation créés dans
25 le matériau par le passage des protons utilisés pour réaliser l'implantation. On peut se reporter à ce sujet aux articles suivants :

- "Defect Studies in Epitaxial SiC-6H Layers on Insulator (SiCOI)" de E. Hugonnard-Bruyère et
30 al., Microelectronic Engineering 48 (1999), pages 277 à 280 ;

- "High-resistance layers in n-type 4H-silicon carbide by hydrogen ion implantation" de R.K. Nadella et al., Appl. Phys. Lett. 70(7), 17 février 1997, pages 886 à 888 ;

5 - "Electrical isolation of GaN by ion implantation damage : Experiment and model" de C. Uzan-Saguy et al., Applied Physics Letters, Vol. 74, N°17, 26 avril 1999, pages 2441 à 2443.

10 La forte dose de protons nécessaires pour obtenir le transfert d'une couche mince de SiC crée, sur tout le parcours de ces ions entre la surface d'implantation et la profondeur moyenne d'implantation des ions, une concentration de défauts d'implantation qui se comportent d'un point de vue électrique comme
15 des centres accepteurs.

 Le dopage initial, de type n obtenu, par exemple, par le dopant azote ou de type p obtenu, par exemple, par le dopant aluminium, des couches minces de SiC étudiées varie entre 10^{19} atomes/cm³ et 10^{15}
20 atomes/cm³. Les couches minces dopées provenaient soit d'une épitaxie, soit du substrat massif lui-même. Un raisonnement simple montre que si la concentration de centres compensateurs résiduels dans la couche mince transférée, introduite par le procédé mis en œuvre, est
25 supérieure au dopage initial (concentration de centres donneurs), la couche mince transférée présente un comportement fortement résistif (voir l'article de E. Hugonnard-Bruyère cité ci-dessus).

 Cette concentration de défauts accepteurs
30 dépend d'une part, de la concentration de défauts d'implantation créée par l'implantation de protons et

d'autre part de la capacité des étapes technologiques appliquées à la couche mince transférée à s'affranchir de ces défauts et diminuer ainsi le plus possible leur concentration.

5 D'un point de vue électronique, une couche mince semi-conductrice comportant des défauts compensateurs ne va pas avoir des propriétés de transport (concentration de porteurs) compatibles avec la fabrication d'un dispositif électronique. Aussi, il
10 est impératif qu'après la réalisation d'une structure SiCOI par le procédé divulgué par le document FR-A-2 681 472, la couche transférée puisse être utilisée pour fabriquer un dispositif électronique.

De nombreuses équipes ont étudié la
15 génération de défauts d'implantation ainsi que les conditions de leur annihilation. Il ressort de ces études que pour le SiC certains défauts d'implantation créés par des ions légers comme l'hydrogène peuvent être stables pour des températures de recuit allant
20 jusqu'à 1500°C même si, pour des dopages supérieurs à $2 \cdot 10^{18}$ atomes/cm³, des recuits de l'ordre de 1300°C suffisent pour récupérer la résistivité initiale (voir l'article de E. Hugonnard-Bruyère cité plus haut). Néanmoins, dans ces conditions de fabrication, la
25 compensation électrique résiduelle reste importante. L'article "The effects of damage on hydrogen-implant-induced thin-film separation from bulk silicon carbide" de R.B. Gregory et al., Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 572, 1999, Materials Research Society, pages 33 à 38,
30 divulgue qu'une implantation à haute température permet

de guérir une partie des défauts sans pour autant s'en affranchir complètement.

Il est bien évident que le fait de transférer par cette technique une couche mince de SiC sur un substrat en silicium ne permet pas d'appliquer des traitements thermiques aussi poussés puisque le silicium fond à 1413°C.

Enfin, de façon générale, même si la couche de collage (voire l'absence de couche de collage) et l'utilisation d'un support autre que le silicium (du SiC polycristallin par exemple) permettaient un tel apport thermique, cela ne suffirait pas à récupérer une résistivité correcte, compte tenu de la forte concentration de défauts introduits et de leur stabilité thermique, et ne serait pas souhaitable puisque de telles températures sont peu courantes dans l'industrie microélectronique.

Enfin, l'implantation à haute température est difficile à mettre en œuvre de façon industrielle et ne permet pas de récupérer entièrement la conduction électrique correspondant au dopage initial.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

Pour remédier aux inconvénients de l'art antérieur, il est ici proposé un procédé de fabrication permettant d'obtenir une couche de matériau semi-conducteur sur un support avec une compensation électrique résiduelle, due à l'implantation ionique, négligeable.

L'invention a donc pour objet un procédé de transfert d'une couche mince électriquement active

depuis un substrat initial vers un substrat cible, comprenant les étapes suivantes :

- implantation ionique au travers d'une face du substrat initial pour créer une couche enterrée
 - 5 fragilisée à une profondeur déterminée par rapport à la face implantée du substrat initial, une couche mince étant ainsi délimitée entre la face implantée et la couche enterrée,
 - solidarisation de la face implantée du
 - 10 substrat initial sur une face du substrat cible,
 - séparation de la couche mince d'avec le reste du substrat initial au niveau de la couche enterrée,
 - amincissement de la couche mince
 - 15 transférée sur le substrat cible,
- caractérisé en ce que la dose, l'énergie et le courant d'implantation sont choisis, lors de l'étape d'implantation ionique, pour que la concentration en défauts d'implantation soit inférieure à un seuil
- 20 déterminé conduisant à obtenir dans la couche mince amincie un nombre de défauts accepteurs compatible avec les propriétés électriques désirées pour la couche mince.

L'étape d'implantation ionique peut

25 consister à planter des ions choisis parmi l'hydrogène et les gaz rares.

L'étape de solidarisation peut mettre en œuvre un collage choisi parmi le collage par adhésion moléculaire via des couches intermédiaires ou sans

30 couches intermédiaires, le collage par réaction, le

collage métallique, la brasure et le collage par diffusion d'espèces.

Avantageusement, un recuit de guérison des défauts d'implantation est réalisé sur la couche mince.

5 Ce recuit de guérison peut être réalisé avant ou après d'amincissement de la couche mince.

Le procédé selon l'invention s'applique notamment à l'obtention d'une couche mince de SiC, de GaAs, de GaN, de diamant ou d'InP sur un substrat
10 cible.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre
15 d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 est un diagramme représentant le profil de défauts accepteurs dans un substrat initial implanté,
- 20 - la figure 2 est un diagramme représentant la concentration de lacunes créées en fonction de la profondeur du substrat initial implanté.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

25 Le nombre de défauts accepteurs dans la couche mince transférée et amincie selon la présente invention dépend du profil de défauts qui est créé dans le couche mince transférée (distribution des défauts selon l'épaisseur de la couche mince). Ce profil de
30 défauts dépend de l'énergie d'implantation. Le choix

des conditions d'implantation (énergie d'implantation, épaisseur du masque d'implantation) est crucial et permet de définir l'épaisseur de la future couche active.

5 Les inventeurs sont arrivés à la conclusion que le profil des défauts électriques compensateurs est proportionnel au profil des défauts d'implantation. Il est donc nécessaire de générer, par le choix des conditions d'implantation, une couche mince qui
10 contient, après implantation, au moins une zone avec un profil de défauts suffisamment plat pour que la concentration finale résiduelle de défauts soit répartie de manière homogène dans la couche devant subsister. Le reste de la couche transférée, dont le
15 profil de défauts n'est plus plat, est éliminé par amincissement.

Le nombre de défauts accepteurs dans la couche mince transférée et amincie selon la présente invention dépend aussi de la concentration de défauts
20 d'implantation créée par l'irradiation de protons. Le paramètre jouant sur la concentration de défauts est la dose d'implantation et le courant d'implantation. Les inventeurs de la présente invention ont constaté que le courant d'implantation permet de jouer sur l'efficacité
25 de création de défauts. Ainsi, implanter à faible densité de courant permet de diminuer la concentration de défauts. L'autre paramètre est la dose d'ions implantés. Il est possible de diminuer de manière significative la dose d'ions implantés dans le substrat
30 initial en réalisant l'implantation à haute température ou en jouant sur l'effet canalisation.

Le nombre de défauts accepteurs dans la couche mince transférée et amincie selon la présente invention dépend enfin de traitements postérieurs (ou de guérison) du type recuits. Pour le carbure de silicium notamment, certains défauts d'implantation créés par des ions légers comme l'hydrogène peuvent être stables pour des températures de recuit allant jusqu'à 1500°C.

Suivant cette approche, le point critique qui apparaît est la définition de la future couche active (c'est-à-dire la couche obtenue après amincissement). Cette couche est entièrement définie par le profil des défauts créés par le passage des ions implantés ainsi que par la capacité guérissante des étapes technologiques postérieures à la fracture du substrat initial.

La figure 1 est un diagramme représentant le profil de défauts accepteurs dans un substrat initial implanté. L'axe des ordonnées représente le nombre N de défauts accepteurs. L'axe des abscisses représente la profondeur z du substrat à partir de la face implantée (abscisse 0). L'abscisse z_1 donne l'épaisseur de la couche mince après amincissement permettant l'obtention d'une couche mince possédant les propriétés électriques désirées.

Une loi empirique liant le profil de défauts électriques persistant dans la couche mince avec le profil de défauts créés lors de l'implantation a pu être établie. Ce profil post-implantation peut être donné, avec une bonne précision, par le logiciel TRIM permettant de simuler la création de défauts

cristallins élémentaires (lacunes de C et de Si dans le cas du carbure de silicium) lors d'une étape d'implantation ionique.

La figure 2 est un diagramme représentant la concentration C de lacunes créées (en atomes/cm³) en fonction de la profondeur z du substrat à partir de la face implantée (abscisse 0). Ce diagramme a été obtenu par simulation à partir du logiciel TRIM pour du carbure de silicium implanté par des ions H⁺ (énergie d'implantation 180 keV, dose d'implantation 6,5.10¹⁶ ions/cm²). Pour une énergie d'implantation de 180 keV, la profondeur moyenne d'implantation R_p est supérieure à 1100 nm.

Des mesures par effet Hall ont été effectuées pour un substrat initial en SiC et pour ces conditions d'implantation. Elles donnent une concentration résiduelle moyenne de défauts accepteurs de 4.10¹⁶ atomes/cm³ pour un film de SiC de 0,5 µm d'épaisseur. La simulation TRIM indique que la concentration de défauts présents dans les 0,5 premiers µm du film implanté est toujours inférieure à 9.10²⁰ atomes/cm³. La concentration de défauts dans cette couche est inférieure, en tout point, à la concentration maximale de 9.10²⁰ atomes/cm³. Cela signifie qu'à l'issue du procédé selon l'invention la concentration finale de défauts résiduels sera toujours inférieure à 9.10²⁰ K. Grâce à la mesure électrique donnant une concentration moyenne dans tout le film, on peut estimer le coefficient K liant les défauts physiques créés et les défauts électriques résiduels:

$$K = 4.10^{16}/9.10^{20} = 4,5.10^{-5}$$

avec la relation $C_f = K.C_i$

C_i est la concentration moyenne de défauts primaires d'implantation et dépend de la façon dont est réalisée l'implantation dans le matériau (c'est-à-dire son profil d'implantation). C_f est la concentration moyenne de défauts finaux électriques dans la couche mince après transfert et recuit. K est un coefficient de proportionnalité lié aux étapes de recuit (guérison des défauts).

Pour une implantation d'hydrogène réalisée sans chauffage intentionnel dans du SiC à travers une couche de SiO₂ inférieure à 50 nm, pour une énergie de 180 keV, une dose de $6,5.10^{16}$ atomes/cm² et un budget thermique maximal à la couche mince transférée de 1350°C pendant 48 heures, le coefficient K est égal à environ $4,5.10^{-5}$. Ceci signifie que le procédé mis en œuvre permet de diminuer d'un facteur $2,25.10^4$ la concentration de défauts créés.

On va maintenant détailler un exemple de mise en œuvre du procédé selon l'invention et permettant d'obtenir une couche mince de SiC transférée d'épaisseur finale inférieure ou égale à 0,5 µm.

Une surface plane d'un substrat initial de SiC monocristallin est polie mécaniquement et mécano-chimiquement. On fait croître par épitaxie une couche mince de SiC au dopage désiré (par exemple 10^{17} atomes d'impuretés/cm³) sur la face polie du substrat. Cette étape n'est nécessaire que si l'on souhaite transférer une couche mince avec un dopage inférieur au dopage résiduel d'un substrat ou possédant une meilleure qualité cristalline. La couche épitaxiée peut recevoir

un polissage mécanique ou mécano-chimique pour obtenir une surface permettant l'adhésion moléculaire. On procède ensuite à une oxydation thermique pour obtenir une couche d'oxyde de 50 nm d'épaisseur. Une variante
5 consiste à déposer un oxyde sur une épaisseur ne dépassant pas 50 nm.

La face oxydée du substrat initial est soumise à une implantation d'hydrogène pour une énergie de 180 keV et une dose de $6,5 \cdot 10^{16}$ atomes/cm² afin de
10 créer une couche fragilisée délimitant la couche mince à transférer. Il est possible de diminuer de manière significative cette dose limite en implantant l'hydrogène à haute température. Par exemple, à une température d'implantation de l'ordre de 650°C, la dose
15 critique passe de $6,5 \cdot 10^{16}$ à environ $4,5 \cdot 10^{16}$ atomes/cm². Cette implantation est réalisée afin de générer sur les 500 premiers nm de la couche de SiC une concentration de défauts simulée inférieure à $9 \cdot 10^{20}$ atomes/cm³.

La surface de l'oxyde implanté est
20 nettoyée, de même que la surface de l'oxyde présent sur le substrat cible. Ces surfaces sont alors activées spécifiquement, par exemple par polissage mécano-chimique. Les surfaces ainsi traitées sont alors collées par adhésion moléculaire.

25 On réalise ensuite le transfert de la couche mince délimitée en provoquant une fracture au sein du substrat initial, au niveau de la zone fragilisée. La fracture peut être obtenue par un traitement thermique adapté.

30 La couche mince transférée sur le substrat cible est recuite à très haute température (1350°C). Un

recuit oxydant permet de consommer par oxydation, de manière contrôlée, la couche mince de SiC, d'exo-diffuser l'hydrogène présent dans la couche mince et de guérir les défauts d'implantation. La durée du recuit
5 est prévue pour guérir les défauts d'implantation. Elle peut être de 48 heures.

On procède ensuite à la désoxydation de la couche mince de SiC.

La couche mince est alors amincie par
10 gravure ionique ou par oxydation thermique pour ajuster la couche mince à l'épaisseur voulue (inférieure à 0,5 μm). Cette étape peut être réalisée avant l'étape de recuit à très haute température.

Le procédé selon l'invention peut
15 s'appliquer à tout matériau que l'on veut transférer par le procédé Smart-Cut[®] mais dont la résistivité électrique par la suite pose problème (SiC, GaAs, InP, GaN, diamant par exemple).

D'autres collages que l'adhésion
20 moléculaire via des couches intermédiaires d'oxyde peuvent être utilisés : adhésion moléculaire sans couches intermédiaires, collage par réaction, collage métallique, brasure, collage par diffusion d'espèces. L'implantation ionique peut être réalisée avec d'autres
25 espèces ioniques que l'hydrogène, par exemple l'hélium.

REVENDICATIONS

1. Procédé de transfert d'une couche mince électriquement active depuis un substrat initial vers un substrat cible, comprenant les étapes suivantes :
- implantation ionique au travers d'une face du substrat initial pour créer une couche enterrée fragilisée à une profondeur déterminée par rapport à la face implantée du substrat initial, une couche mince étant ainsi délimitée entre la face implantée et la couche enterrée,
 - solidarisation de la face implantée du substrat initial sur une face du substrat cible,
 - séparation de la couche mince d'avec le reste du substrat initial au niveau de la couche enterrée,
 - amincissement de la couche mince transférée sur le substrat cible,
- caractérisé en ce que la dose, l'énergie et le courant d'implantation sont choisis, lors de l'étape d'implantation ionique, pour que la concentration en défauts d'implantation soit inférieure à un seuil déterminé conduisant à obtenir dans la couche mince amincie un nombre de défauts accepteurs compatible avec les propriétés électriques désirées pour la couche mince.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape d'implantation ionique consiste à implanter des ions choisis parmi les espèces suivantes : hydrogène et gaz rares.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape de solidarisation met en œuvre un collage choisi parmi le collage par adhésion
5 moléculaire via des couches intermédiaires ou sans couches intermédiaires, le collage par réaction, le collage métallique, la brasure et le collage par diffusion d'espèces.
- 10 4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un recuit de guérison des défauts d'implantation est réalisé sur la couche mince.
- 15 5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le recuit de guérison est réalisé avant l'étape d'amincissement de la couche mince.
- 20 6. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le recuit de guérison est réalisé après l'étape d'amincissement de la couche mince.
- 25 7. Application du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes à l'obtention d'une couche mince de SiC, de GaAs, de GaN, de diamant ou d'InP sur un substrat cible.

1 / 1

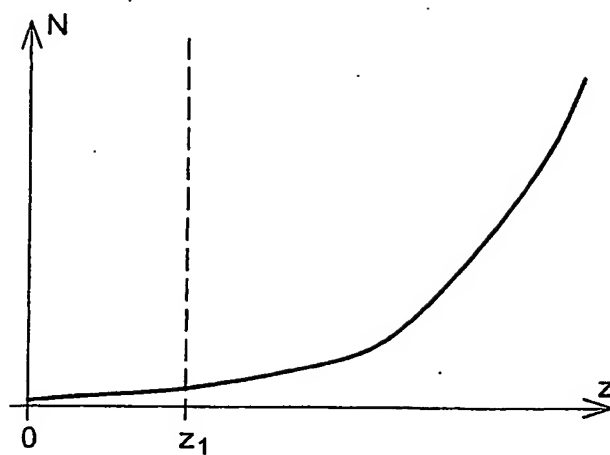


FIG. 1

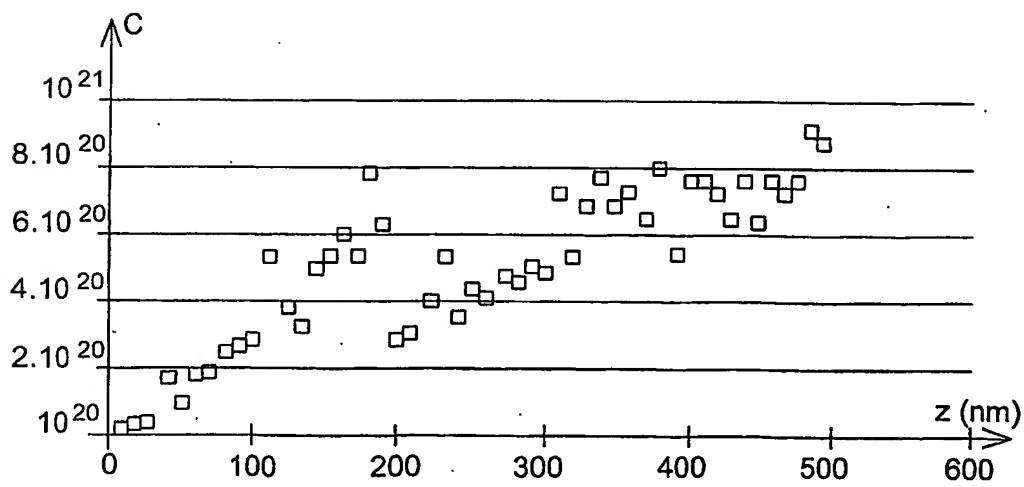


FIG. 2

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Document de Internationalité No
PCT/FR 03/02225

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 7 H01L21/762 H01L21/76 H01L21/04		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 7 H01L		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, INSPEC, WPI Data, PAJ, IBM-TDB		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	WO 02 37556 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE ;ASPAR BERNARD (FR); JALAGUIER ERIC) 10 mai 2002 (2002-05-10) abrégé; revendications; figures <div style="text-align: center;">-/-</div>	1-7
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe </div> </div>		
* Catégories spéciales de documents cités:		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>*A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>*E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>*L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>*O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>*P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div> <p>*T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>*X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>*Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>*Z* document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 20 février 2004		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 02/03/2004
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Wirner, C

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Document International No
PCT/FR 03/02225

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	<p>HUGONNARD-BRUYERE E ET AL: "Electrical and physical behavior of SiC layers on insulator (SiCOI)" INTERNATIONAL CONFERENCE ON SILICON CARBIDE AND RELATED MATERIALS, ICSRM'99, RESEARCH TRIANGLE PARK, NC, USA, 10-15 OCT. 1999, vol. 338-342, pt.1, pages 715-718, XP008017315 Materials Science Forum, 2000, Trans Tech Publications, Switzerland ISSN: 0255-5476 abrégé; figure 5 page 717 -page 718</p>	1-7
A	<p>HUGONNARD-BRUYERE E ET AL: "Defect Studies in Epitaxial SiC-6H Layers on Insulator (SiCOI)" MICROELECTRONIC ENGINEERING, ELSEVIER PUBLISHERS BV., AMSTERDAM, NL, vol. 48, no. 1-4, septembre 1999 (1999-09), pages 277-280, XP004193305 ISSN: 0167-9317 abrégé page 277, colonne de gauche, alinéa 1</p>	1-7
A	<p>HUGONNARD-BRUYERE E ET AL: "Deep level defects in Implanted 6H-SiC epilayers and in silicon carbide on insulator structures" MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING B, ELSEVIER SEQUOIA, LAUSANNE, CH, vol. 61-62, 30 juillet 1999 (1999-07-30), pages 382-388, XP004363371 ISSN: 0921-5107 abrégé; figure 1</p>	1-7
A	<p>GREGORY R B ET AL: "The effects of damage on hydrogen-implant-induced thin-film separation from bulk silicon carbide" WIDE-BANDGAP SEMICONDUCTORS FOR HIGH-POWER, HIGH-FREQUENCY AND HIGH-TEMPERATURE APPLICATIONS - 1999. SYMPOSIUM, WIDE-BANDGAP SEMICONDUCTORS FOR HIGH-POWER, HIGH-FREQUENCY AND HIGH-TEMPERATURE APPLICATIONS - 1999. SYMPOSIUM, SAN FRANCISCO, CA, USA, 5-, pages 33-38, XP001040858 1999, Warrendale, PA, USA, Mater. Res. Soc, USA abrégé; figures</p>	1-7

-/--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 03/02225

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	BINARI S C ET AL: "H, He, and N implant isolation of n-type GaN" JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, vol. 78, no. 5, 1 September 1995 (1995-09-01), pages 3008-3011, XP002185242 ISSN: 0021-8979 abstract; figures 2-5 -----	1-7
A	US 6 150 239 A (TONG QIN-YI ET AL) 21 November 2000 (2000-11-21) abstract; claims -----	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/FR 03/02225

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0237556	A	10-05-2002	FR 2816445 A1	10-05-2002
			AU 2373502 A	15-05-2002
			CN 1473361 T	04-02-2004
			EP 1344249 A1	17-09-2003
			WO 0237556 A1	10-05-2002
			TW 513752 B	11-12-2002
			US 2004014299 A1	22-01-2004
US 6150239	A	21-11-2000	US 5877070 A	02-03-1999
			WO 0019499 A1	06-04-2000
			EP 1118108 A1	25-07-2001
			JP 2003524876 T	19-08-2003